

Oval 双转子流量计排气阀结构优化与改造效益

孙婷婷（管网集团（徐州）管道检验检测有限公司，江苏 徐州 221008）

摘要：排气阀作为 Oval 双转子流量计排气操作的主要零部件，对计量数据的精确性和设备运行的安全性都至关重要。Oval 双转子流量计原厂配置的排气阀排气时间长、不易操作、安全风险高，针对以上问题，利用气门芯工作原理，对排气阀结构进行重新设计，制作成品并进行生产运行测试。实践证明，优化改造后的排气阀运行切实可靠，更利于原油贸易交接和安全运行。

关键词：双转子流量计；排气阀；计量数据；改造效益

中图分类号：TH814

文献标识码：A

文章编号：1674-5167（2025）019-0056-04

Structural optimization and transformation benefits of the Exhaust Valve of Oval Double Rotor Flowmeter

Sun Tingting (Pipe Network Group (Xuzhou) Pipeline Inspection and Testing Co., LTD, Xuzhou Jiangsu 221008, China)

Abstract: The exhaust valve, as the main component of the exhaust operation of the Oval double rotor flowmeter, is crucial for the accuracy of the measurement data and the safety of the equipment operation. The exhaust valve originally configured in the Oval double rotor flowmeter has a long exhaust time, is difficult to operate and poses a high safety risk. In response to these problems, the structure of the exhaust valve was redesigned based on the working principle of the valve core, and the finished product was made and tested for production operation. Practice has proved that the exhaust valve after optimization and transformation operates reliably and effectively, which is more conducive to the handover of crude oil trade and safe operation.

Key words: Double Rotor Flowmeter Exhaust valve Measurement data Transformation benefits

Oval 双转子流量计是一种液体容积式流量计，排气阀是其运行前排除腔体内气体的关键设备。排气过程直接影响计量精度^[1]，确保流体体积测量的准确性；其次，流量计排气是增加流体连续性的决定性因素，流体中存在气体时，充斥在流体中的气体会分散流体的连续性，使流体流动不稳定，若运行前未进行排气，管线或流量计腔体中存有气体，在该情况下启动流量计，随着压力增大，设备可能强烈震动，活动测量元件可能过速运转，损伤设备^[2]，也可能会造成流体喷射或渗漏^[3]；此外，排气还能改善转子润滑，减少磨损，延长设备寿命，降低成本。

目前 Oval 双转子流量计配置的排气阀，在操作性、安全性方面均存在一定的不足。本文根据气门芯工作原理，结合现场实际情况，提出 Oval 双转子流量计排气阀优化改造方案，并进行现场测试，评估改造效果。

1 Oval 双转子流量计基本概况

1.1 Oval 双转子流量计结构

Oval 双转子流量计由测量室和转子、外壳、误差调整器、计数器以及自动压力润滑系统等几部分组成，结构见图 1。在流体压力差的作用下，转子产生旋转运动，将从流量计入口流入计量腔内的液体分割成已知体积的“螺旋状液块”，随着转子的转动，这些“螺

旋状液块”经计数后由流量计出口排出。液体流量与转子的转数成正比，转子的转数通过传动齿轮系统传送到计数器，从而显示流体流量。两个转子并非互相啮合而彼此推动旋转，而是由安装于两个转子轴上的齿轮转动使转子之间始终保持适当间隙，确保转子能平稳的同步转动。

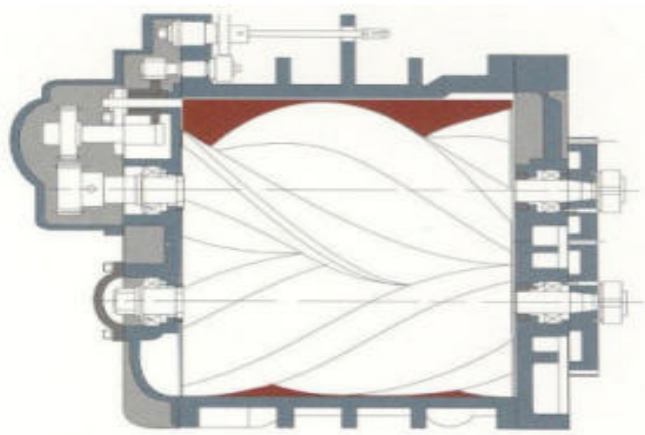


图 1 双转子流量计

1.2 Oval 双转子流量计特点

OVAL 容积式流量计是日本原厂流量计，结构复杂，功能精细，有计量精度高，安装条件与运行流体

粘度对计量精度影响较小等优点^[4]。

①设计独特、加工精密。双转子流量计除直读式计数器指示流量外，还可配接脉冲发讯器，将与流量计计量腔内转动次数成正比的流量信号转换为脉冲信号，输入显示仪表或计算机，实现流量的远距离测量；

②对于公称口径不小于 80mm 的流量计，采用双壳体结构，可以整体拆装；

③误差调整器采用差动原理，无需更换齿轮，就可实现改变传动比的功能。误差调整器连接于双转子流量计指示结构的传动齿轮输出轴上，用于对流量计的误差进行调整；

④压损相比其他容积式流量计偏大。

2 Oval 双转子流量计排气阀的作用

2.1 提高数据准确性

通过流量计排气阀实施排气操作，将流体中的气体排净，使流量计所测体积更加接近于流体的真实体积，减小计量误差，提高数据的准确性。

2.2 润滑作用

流量计转子是靠原油运转润滑，气体排净后，润滑效果好，减少计量转子磨损，延长流量计使用寿命，降低计量成本。

2.3 提高设备运行安全性

充斥在流体中的气体，会分散流体流动的连续性，降低其流体的流动稳定性，对设备造成汽蚀、腐蚀等伤害。此外，如果流量计内的气体未排净，运行过程中会在转子壁两侧形成压力差，导致流量计被损坏。

3 Oval 双转子流量计排气阀现状



图 2 双转子流量计排气阀分解图

Oval 双转子流量计排气阀由螺栓和螺母两部分组成（见图 2），安装于流量计的排气孔上方。在流量计投用时，应在流量计出口阀处于关闭的状态下，缓慢打开口阀，观察流量计及其附属设备是否渗漏。在一切正常的情况下，应将流量计和系统内的气体慢慢排出，然后缓慢地将流量计上的排气阀打开，排空流量计内的气体。排气时，先打开流量计入口阀进行充油，再旋出排气孔上的螺栓，利用螺纹间的缝隙排除气体。

4 Oval 双转子流量计排气阀存在的问题及分析

排气阀是通过松动螺栓排气，螺栓松动少，螺纹间隙小，不但排气时间加长，而且计量腔内气体不易

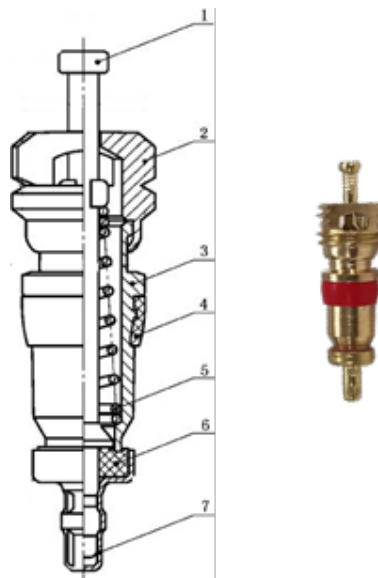
排净，转子易磨损，减少流量计使用寿命，同时影响计量精度；螺栓松动过多，油压会导致螺栓脱落，造成跑油事故，不利安全生产。根据目前排气阀的结构，其排气方向是正对操作人员，当原油中硫化氢含量高时，易造成操作人员硫化氢中毒。

排气阀螺栓固定在流量计壳体上，排气时需要借助扳手、棉纱等工具，同时对操作人员的技术水平要求比较高，需要准确把握螺栓松动的程度。当流量计运行后，流量计检修、过滤器清洗等操作会频繁发生，按目前结构进行排气，耗时长且操作不易控制，工作效率不高，对原油管输计划也存在一定的影响。

5 Oval 双转子流量计排气阀优化改造方案

5.1 气门芯工作原理

气门芯是一个保持密封的单向阀，由芯杆、芯帽、芯体、芯体密封圈、芯簧、芯座密封垫和芯座组成（见图 3）。当压下气门芯芯杆时，弹簧被压缩在芯体内，芯体的下端与芯座分离，芯座密封垫打开，空气从弹簧室经芯座密封垫充入内胎，或反向从内胎中放出空气；当松开气门芯芯杆时，弹簧伸张，芯杆带动芯座向上回缩，压紧芯座密封垫，阻止了空气的流通。



1- 芯杆；2- 芯帽；3- 芯体；4- 芯体密封圈；5- 芯簧；6- 芯座密封垫；7- 芯座。

图 3 气门芯

5.2 排气阀改造方案

对于原排气阀结构的缺陷及存在的问题，进行了深入研究，提出了在原有基础上进行结构改进的设想。根据自行车车胎气门芯充放气和安全阀作用原理，制作丝扣，通过手拧丝扣带动螺丝帽内部顶针前后移动的作用，顶针推动弹簧将作用力传给密封垫开启，完成油品中的气体排出，可省时省力；同时丝扣的旋转结构可以改变排气方向，将气体有效地排放至大气中

而不正对着操作人员，可提高安全性。

5.3 排气阀改造实施过程

根据气门芯工作原理，制作新型排气阀（见图4），其结构包括：丝盖、顶针、连接链、螺纹、螺栓、垫片、排气密封垫和弹簧共8大部分。

基本原理：流量计排气时，往里旋转丝盖，带动丝盖内部顶针向前移动，顶针推动排气密封垫和弹簧，排气密封垫开启，气体通过中空部分，从丝盖四周向外排气；排气结束后，往外旋转丝盖，带动丝盖内部顶针向后移动，通过弹簧的作用力，关闭排气密封垫，停止排气。



图4 新型排气阀结构图

6 OvaI 双转子流量计排气阀改造效果

6.1 操作性评估

6.1.1 操作时间评估

某站现有6台双转子流量计，利用平时流量计运行、维修、维护保养的契机，对6台流量计进行排气操作，记录排气前准备、排气过程、排气后检查收尾三个过程的耗时，分别进行20次实验，详细实验数据见表1和表2。排气前准备工作，是指操作人员对排气操作涉及的工具进行准备和梳理；排气过程，是指操作排气阀，对流量计进行排气；排气后检查收尾工作，是指操作人员整理使用工具，打扫现场，保持现场的卫生和整洁。

表1 改造前流量计排气过程时间统计表

次数	流量计排气过程时间 /s					
	1#	2#	3#	4#	5#	6#
1	297	280	325	365	333	320
2	286	309	309	379	358	330
3	284	276	298	359	346	363
4	277	319	289	360	344	354
5	285	305	315	387	351	347
6	286	301	310	346	360	320
7	298	299	313	350	363	319
8	298	278	305	333	325	299
9	290	276	306	365	334	308
10	287	303	321	368	359	287
11	281	295	324	375	340	356
12	293	296	306	342	329	320
13	294	308	300	356	365	321
14	300	289	318	378	298	307

次数	流量计排气过程时间 /s					
	1#	2#	3#	4#	5#	6#
15	299	301	327	352	309	315
16	289	276	288	360	336	319
17	295	277	306	374	365	326
18	287	304	316	369	350	365
19	301	294	305	361	305	334
20	296	287	302	343	341	321
平均值	291	294	309	361	341	327

表2 改造前流量计排气操作时间统计表

流量计编号	排气前准备 /s	排气过程 /s	排气后检查收尾 /s	总时间 /s
1#	60	291	120	471
2#	60	294	120	474
3#	60	309	120	489
4#	60	361	120	541
5#	60	341	120	521
6#	60	327	120	507

实验数据表明：由于流量计排气前准备、排气后检查收尾工作内容是相同的，故其时长保持一致。但每台流量计的运行工况、设备保养状态等都不相同，故同一台流量计不同情况下的排气操作时长不同，不同流量计的排气操作时长也不相同。经测试，4#流量计排气操作时间最长，故针对4#流量计进行优先改造。

4#流量计排气阀改造后，进行实验次数20次，并与改造前数据进行对比。排气阀改造后，排气操作只需要一名操作人员手动开关排气阀即可，不需要使用额外的工具，故不涉及排气前准备和排气后检查收尾工作，排气过程时间即为排气操作时间。

实验数据表明：4#流量计排气阀经改造后，排气操作平均时间由原先的541s下降为21s，时间明显减少，改造效果突出。

6.1.2 操作难易程度评估

流量计排气阀改造前，排气时需要操作人员使用扳手手动松动螺栓，同时还需要准确掌握螺栓松动程度，对操作人员的体力、技术水平都有一定的要求；改造后，排气操作不需要辅助工具，直接旋转排气阀丝盖，对操作人员的体力、技术水平没有特殊要求，降低了操作难度，提高了生产效率。

6.2 安全性与经济性评估

6.2.1 生产安全效果评估

流量计排气阀改造前，通过松动螺栓进行排气，但螺栓的松动程度不易控制，稍有不慎，松动过多，油压将会冲掉螺栓，原油从排气孔喷出，造成跑油事故；改造后，通过旋转丝盖进行排气，丝盖可以循序渐进地进出，轻易地把控进出的程度，控制排气流量的大小，同时丝盖通过连接链与螺栓相连，不会掉落且可以遮盖排气孔，防止漏油，可以有效避免跑油事

故的发生,确保了安全生产。

6.2.2 操作安全效果评估

流量计排气阀改造前,排气方向是正对操作人员,安全风险高;改造后,排气方向是沿着排气阀丝盖向四周扩散,对操作人员的危害减少,安全风险降低。

6.2.3 经济效益评估

Oval 双转子流量计排气阀的优化改造显著提升了经济效益。改造后,排气时间由 541 秒缩短至 21 秒,每年可节约人工成本约 5780 元,同时减少设备磨损,降低维护费用约 5400 元。此外,优化后的排气阀避免了原油喷溅和泄漏,每年减少原油损耗约 100 元,提高计量精度,降低贸易误差。

更重要的是,排气时间大幅缩短,提高了输油系统运行效率,每年减少约 28 小时的输油中断时间,间接经济效益可达百万元级别,整体提升了安全性、可靠性及运营效率。

7 结语

排气阀安装于 Oval 双转子流量计壳体上,用于流量计排气操作,对计量数据的准确性和设备运行的安

全性都有重要作用。排气阀优化改造前,流量计排气时间长、不易操作,存在操作人员中毒,以及发生跑油事故的安全风险。本文利用气门芯工作原理,设计并制作新型排气阀,对某站 4# 流量计排气阀进行改造和测试,测试结果表明:安装新型排气阀后,流量计排气时间显著减少,操作难度和安全风险均降低,具有广泛推广和使用价值。

参考文献:

- [1] 刘亭. 原油储运 SCADA 系统及其新技术探讨 [J]. 工业设计, 2015(10):178+182.
- [2] 杨怀德, 柴奇勇. 液体容积式流量计的误差特性及使用注意事项 [J]. 工业计量, 2007, 17(04):30-32.
- [3] 刘超. 原油储运系统应急调度优化技术研究与应用 [J]. 油气田地面工程, 2016, 35(03):19-22.
- [4] 翟智民, 郑云林. 液体容积式流量计的误差特性 [J]. 科技信息, 2012(2):421.

作者简介:

孙婷婷, 女, 汉族, 硕士, 职称: 中级工程师, 研究方向: 管道检测与评价。

